2М

УДК 004.382.6

И.Н. Молчанов, В.И. Мова, В.А. Стрюченко
Государственное научно-производственное предприятие «Электронмаш», г. Киев, Украина

Знаниеориентированные интеллектуальные рабочие станции Инпарком

Для автоматизации процесса исследования свойств математических моделей задач и процесса создания алгоритмов и программ решения с параллельной организацией вычислений в качестве нового направления использованы знаниеориенированные, или интеллектуальные компьютеры. Институтом кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ и Государственным научно-производственным предприятием «Электронмаш» (г. Киев, Украина) реализовано его техническое решение с использованием «кластерной» технологии, разработано семейство интеллектуальных рабочих станций Инпарком. Приведены преимущества интеллектуальных компьютеров и области их использования.

Решение научно-технических задач обеспечивает научно-технический прогресс общества. 40 % различных типов суперкомпьютеров используются в промышленности, 30 % – в науке. Именно они осуществляют технологический прорыв в будущее, создавая энерго- и ресурсосберегающие технологии, объекты и сооружения. Современные суперкомпьютеры реализуют параллельно обработку информации и насчитывают в своем составе от нескольких сот до двухсот тысяч микропроцессоров. Использование суперкомпьютеров требует создания программ параллельных вычислений, способных организовать одновременно работу всех микропроцессоров и при этом минимизировать обмены между ними. Создание методов решения и программ с параллельной организацией вычислений требует высочайшей квалификации и опыта работ с суперкомпьютерами, стоимость которых составляет от нескольких десятков миллионов до нескольких сотен миллионов долларов.

Вместе с тем для решения задач науки и инженерии используются десятки миллионов однопроцессорных персональных компьютеров и имеются сотни миллионов людей, овладевших как методами решения задач на однопроцессорных персональных компьютерах, так и программированием таких задач. Но уже сейчас ряд задач науки и инженерии требует для своего решения нескольких суток на персональных компьютерах, а подготовка к постановке задач на суперкомпьютерах занимает значительное время – от одного года до двух лет, а решаться такие задачи на суперкомпьютерах будут в течение нескольких минут. Подготовка параллельных программ требует новых навыков пользователя для работы с параллельными суперкомпьютерами.

Так как повышение производительности однопроцессорных компьютеров за счет тактовой частоты достигло своего предела, то это повышение уже идет за счет распараллеливания вычислений в одном процессоре. Появились с 2006 года так называемые двухядерные микропроцессоры, а с 2007 года – четырехядерные процессоры фирм Intel и AMD. В дальнейшем число ядер в процессорах будет расти, и тогда разработчикам алгоритмов и программ необходимо будет овладеть распараллеливанием вычислений и программ.

Отметим, что использование традиционного программного обеспечения, разработанного для одноядерных процессоров на многоядерных компьютерах, даст несущест-

венный выигрыш во времени решения. Фактически ставится задача переработки существующего традиционного программного обеспечения для многоядерных компьютеров.

В связи с ростом размерности возникающих научно-технических задач возникает потребность в автоматизации процесса исследования свойств математических моделей задач и процесса создания алгоритмов и программ решения с параллельной организацией вычислений.

Таким образом, возникает новое требование к компьютерам, решающих научно-технические задачи, а именно, компьютер по заданной исходной информации о математической модели задачи должен исследовать свойства машинной задачи и на основании этих знаний о свойствах автоматически разработать алгоритм и программу решения задачи, решать задачу и оценить ее достоверность. Компьютеры, которые автоматически получают знания о свойствах машинных моделей задач и на основании этих знаний строят алгоритмы и программы решения, будем называть *знаниеориентированными*, или *интеллектуальными* компьютерами [1], [2].

Заполнить нишу, образовавшуюся между суперкомпьютерами и персональными компьютерами, призвано семейство интеллектуальных рабочих станций Инпарком (8-, 16-, 32-, 64-, 128-, 256-ядерные рабочие станции).

Таким образом, каждый пользователь в своем подразделении может получить интеллектуальную рабочую станцию с параллельной организацией вычислений, на котором он приобретет навыки работы с параллельным компьютером, может решить ряд научно-технических задач, которые уже переросли по объему переработки информации персональные компьютеры, но еще не требуют решения на суперкомпьютерах, а также подготовить и отладить программу параллельных вычислений для суперкомпьютеров, если объем переработки информации превышает возможности рабочей станции.

Интеллектуальный параллельный компьютер для исследования и решения научно-технических задач – это компьютер, структура и архитектура которого, а также операционная среда поддерживают интеллектуальное программное обеспечение. Под интеллектуальным программным обеспечением решения класса научно-технических задач будем понимать комплекс программных средств, позволяющих на языке предметной области сформулировать в компьютере задачу; автоматически исследовать свойства машинной модели задачи с приближенно заданными исходными данными; в соответствии с выявленными свойствами и учетом математических и технических характеристик компьютера определить необходимое для решения задачи число процессоров и построить алгоритм решения и вычислительную схему; сформулировать топологию из процессоров MIMD-компьютера для решения задачи с возможно минимальными затратами машинного времени; синтезировать под эту конфигурацию программу параллельных вычислений; решить задачу; оценить достоверность полученного компьютерного решения (его близость к математическому) и дать оценку наследственной погрешности в решении математической задачи; визуализировать результаты решения на языке предметной области.

Интеллектуальный компьютер после завершения исследования и решения задач может выдавать машинное решение задач с оценкой его достоверности, информацию об исследованиях в компьютере свойствах решаемых задач с приближенно заданными исходными данными, протокол вычислительного процесса, включающем информацию об используемых алгоритмах и программах, а также о топологии, примененной для решения задачи.

Институтом кибернетики им. В.М. Глушкова НАНУ и Государственным научно-производственным предприятием «Электронмаш» (г. Киев, Украина), с использованием «кластерной» технологии, разработано семейство интеллектуальных рабочих станций

Инпарком (табл. 1), структура и архитектура, а также операционная среда которых поддерживают интеллектуальное программное обеспечение.

Таблица 1 – Характеристики интеллектуальных компьютеров

Название	Инпарком 8	Инпарком 32	Инпарком 64	Инпарком 128	Инпарком 256
Процессоры	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core	Xeon Quad-Core
Количество узлов/процессоров/ ядер	1 / 2 / 8	4 / 8 / 32	8 / 16 / 64	16 / 32 / 128	32/ 64/ 256
Пиковая производительность, GFlops	50 – 100	200 – 380	400 – 770	800 – 1500	1600 – 3000
Производительность на LINPACK, GFlops	40 – 80	150 – 290	300 – 580	600 –1130	1200 – 2200
Оперативная память, Gb	16	64	128	256	512
Дисковая память, Tb	0.5	1	2	4	8
Емкость дискового хранилища, Tb	–	–	от 1	от 2	от 4

Так, в интеллектуальную рабочую станцию Инпарком входит:

– хост-система, состоящая из хост-компьютеров (Xeon Quad-Core GHz, 64 bit длина машинного слова, 8 Gbyte оперативной памяти, 72 Gbyte памяти на дисках каждый);

– обрабатывающая часть, включающая вычислительные узлы (Xeon Quad-Core GHz, 64 bit длина машинного слова, 2 Gbyte оперативной памяти, 36 Gbyte памяти на дисках каждый);

– дисковое хранилище (от 1 Tb и выше);

– коммуникационная среда, состоящая из Gigabit Ethernet; Infiniband и гиперкуба.

Хост-система осуществляет управление использованием многопроцессорного вычислительного ресурса, общесистемный мониторинг, общение с терминальными сетями пользователей, визуализацию результатов решения задачи и реализацию той части процесса вычислений и обработки данных, которая не распараллеливается («плохо» распараллеливается). Хост-система с внешним оборудованием может входить в локальную или глобальную сеть.

Обрабатывающая часть, осуществляющая решение задачи с параллельной организацией вычислений, представляет собой однородную масштабируемую структуру, состоящую из множества высокопроизводительных процессоров (с собственной оперативной и дисковой памятью), объединенных коммуникационной средой межпроцессорного взаимодействия.

Программное обеспечение интеллектуального компьютера предусматривает три уровня:

– операционная среда, поддерживающая интеллектуальное программное обеспечение;

– интеллектуальное численное программное обеспечение для исследования и решения задач вычислительной математики с приближенно заданными исходными данными;

– интеллектуальное прикладное программное обеспечение.

Программная реализация интеллектуального программного обеспечения осуществлялась на основе концепции знаний [3-5]. Его разработка основана на синтезе основных достижений в области модульного программирования, баз данных, баз знаний и опирается на развитые методы работы со знаниями: их представлением, хранением, обработкой, получением новых знаний и т.д. На основе знаний о предметной области по каждому классу задач, о модели пользователя и модели общения, а также знаний о машинной модели задачи и погрешности в задании исходных данных интеллектуальное программное обеспечение вырабатывает знания о свойствах машинной модели задачи, принимает решение об оптимальном количестве процессоров и эффективной топологии компьютере. С учетом этой информации автоматически выбирается алгоритм решения и синтезируется программа, реализующая алгоритм. Решение задачи осуществляется с анализом получаемых компьютерных результатов.

Составные части интеллектуального программного средства по каждому классу: диалоговая система, библиотека функциональных модулей, планирующее / управляющий блок, блок объяснений.

С помощью диалоговой системы осуществляется взаимодействие с пользователем, а именно: постановка задачи в языке предметной области, процесс решения задачи, просмотр-анализ результатов решения, обучении пользователя работе с программным средством, предоставление пользователю всей необходимой информации, доступ к глоссарию терминов по каждому классу задач, оказание помощи пользователю на каждом этапе работы.

Функциональные модули реализуют логически законченные части алгоритмов решения задач и процедуры, осуществляющие обмен информацией и данными между процессорами.

Главная задача планирующее / управляющего блока есть нахождение наиболее оптимального пути решения поставленной задачи при использовании информации от пользователя и соответствующих функциональных модулей.

В блоке объяснений накапливается информация о задаче в ходе вычислительного процесса для последующей выдачи ее пользователю. В случае отказа в решении пользователь получает подробное объяснение его причин и рекомендации по дальнейшим действиям пользователя.

Преимуществом интеллектуальных компьютеров является:

– освобождение пользователя от работы по исследованию задачи, созданию алгоритмов, написания и отладки программ, что сокращает время постановки и решения задач науки и инженерии не менее чем в 100 раз;
– постановка задачи пользователя в компьютере на языке предметной области с приближенно заданными исходными данными;
– получение машинного решения с оценкой его достоверности, а также все исследованные свойства решаемой машинной модели задачи с приближенными исходными данными;
– сокращение времени машинного исследования и решения научно-технических задач по сравнению с решением той же задачи на MIMD-компьютере с тем же числом процессоров и той же элементной базой, но с традиционной параллельной архитектурой;
– промышленное производство серийных образцов интеллектуальной рабочей станции Инпарком и производство под заказ потребителей.

Интеллектуальные компьютеры наиболее целесообразно использовать:

– в инженерных (машиностроении, в том числе самолетостроении, турбостроении, промышленном и гражданском строительстве, расчетах энергетических систем и т.д.) и научных (геофизике, физике, химии, биологии, фармакологии и т.д.) расчетах;
– в численном моделировании объектов различной физической природы и в различных ситуациях;
– в виртуальном проектировании;
– для создания тренажеров обучения персонала управлению объектами современной техники, в том числе в реальном времени.

Литература

1. Молчанов И.Н. Интеллектуальный компьютер – средство исследования и решения научно-технических задач // Кибернетика и системный анализ. – 2004. – № 1. – С. 174-179.
2. Молчанов И.Н., Мова В.И., Стрюченко В.А. Интеллектуальные компьютеры для исследования и решения научно-технических задач – новое направление в развитии вычислительной техники // Зв'язок. – 2005. – № 7. – С. 45-46.
3. Молчанов І.М., Хіміч О.М., Чистякова Т.В. Інтелектуальна інформаційно-обчислювальна система LINSYST розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь // Кибернетика и системный анализ. – 1998. – № 3. – С. 40-50.
4. Молчанов И.Н., Чистякова Т.В. Интеллектуальное программное обеспечение для исследования и решения прикладных задач с приближенно заданными исходными данными // Управляющие системы и машины. – 2003. – № 3. – С. 72-76.
5. Молчанов И.Н., Галба Е.Ф., Попов А.В., Химич А.Н., Чистякова Т.В., Яковлев М.Ф. Проблемы создания интеллектуального численного программного обеспечения // Искусственный интеллект. – 2003. – № 3. – С. 276-284.

І.М. Молчанов, В.І. Мова, В.А. Стрюченко

Знаннєорієнтовані інтелектуальні робочі станції Інпарком

Для автоматизації процесу дослідження властивостей математичних моделей завдань і процесу створення алгоритмів і програм вирішення з паралельною організацією обчислень як нове направлення використані знаннєорієнтовані, або інтелектуальні комп'ютери. Інститутом кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ і Державним науково-виробничим підприємством «Электронмаш» (м. Київ, Україна) реалізовано його технічне рішення з використанням «кластерної» технології, розроблено сім'ю інтелектуальних робочих станцій Інпарком. Наведені переваги інтелектуальних комп'ютерів і сфери їх використання.

Статья поступила в редакцию 29.09.2008.